

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-242442

(43)公開日 平成7年(1995)9月19日

(51)Int.Cl.⁶

C 0 3 C 17/34

識別記号

Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-54843

(22)出願日 平成6年(1994)3月1日

(71)出願人 000004307

日本曹達株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72)発明者 河村 潔

千葉県市原市五井南海岸12-54 日本曹達
株式会社機能製品研究所内

(72)発明者 斉藤 一徳

千葉県市原市五井南海岸12-54 日本曹達
株式会社機能製品研究所内

(72)発明者 会沢 守

千葉県市原市五井南海岸12-54 日本曹達
株式会社機能製品研究所内

(74)代理人 弁理士 東海 裕作 (外1名)

(54)【発明の名称】 透明導電膜付ガラスおよび透明導電膜の成膜方法

(57)【要約】

【目的】 透明性に優れた透明導電膜付きガラス及び透明導電膜の成膜方法を提供する。

【構成】 屈折率1.6~2.5、膜厚0.05~0.2 μ mの透明膜を透明ガラス基板上に形成し、その上に屈折率1.35~1.5、膜厚0.02~0.045 μ mの透明膜を形成し、更にその上に屈折率1.7~2.2、膜厚0.01~0.03 μ mの透明導電膜を形成する。

【効果】 該透明導電膜は、550nmで89%以上の透過率を有する。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】透明ガラス基板上に、屈折率 1.6~2.5、膜厚が 0.05~0.2 μm の透明膜、その上に屈折率 1.35~1.5、膜厚が 0.02~0.045 μm の透明膜、更にその上に屈折率 1.7~2.2 で膜厚が 0.01~0.03 μm の透明導電膜の 3 層膜を有することを特徴とする透明導電膜付ガラス。

【請求項 2】透明導電膜のシート抵抗値が、200~3000 Ω/\square であることを特徴とする請求項 1 記載の透明導電膜付ガラス。

【請求項 3】透明導電膜付ガラスの 550 nm における透過率が 89% 以上であることを特徴とする請求項 1 及び請求項 2 記載の透明導電膜付ガラス。

【請求項 4】透明導電膜付ガラスがタッチパネルに使用されることを特徴とする請求項 1~請求項 3 記載の透明導電膜付ガラス。

【請求項 5】2 層目の膜が二酸化珪素である請求項 1~請求項 3 記載の透明導電膜付ガラス。

【請求項 6】透明ガラス基板上に屈折率 1.6~2.5 の透明膜を 0.05~0.2 μm 形成し、その上に屈折率 1.35~1.5 の透明膜を 0.02~0.045 μm 形成する。更にその上に屈折率 1.7~2.2 の透明導電膜を 0.01~0.03 μm 形成した 3 層膜を形成することを特徴とする透明導電膜付ガラスの成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は透明導電膜及びその成膜方法に関するものであり、特にタッチパネルの透明電極として用いられる高抵抗で均一性に優れた、高透過率の透明導電膜に関する。

【従来の技術】

【0002】スズをドーピングした酸化インジウム膜 (ITO と称す) やフッ素をドーピングした酸化スズ膜 (FTO と称す)、アンチモンをドーピングした酸化スズ膜 (ATO と称す)、アルミニウムをドーピングした酸化亜鉛膜、インジウムをドーピングした酸化亜鉛膜はその優れた透明性と導電性を利用して、液晶ディスプレイ、エレクトロルミネッセンスディスプレイ、面発熱体、タッチパネルの電極、太陽電池の電極等に広く使用されている。この様に広い分野で使用されると、使用目的によって抵抗値、透明度は種々のものが要求される。すなわちフラットパネルディスプレイ用の透明導電膜では低抵抗、高透過率のものが要求されるが、タッチパネル用の透明導電膜では逆に高抵抗、高透過率の膜が要求される。特に最近開発されて市場の伸びが期待されるペン入力タッチパネル用の導電膜は、位置の認識精度が高くないことから、シート抵抗が高抵抗で抵抗値の均一性に優れた膜であり、また、液晶ディスプレイの上に置くことから高透過率の膜であることが要求される。通常、高透過率を達成する方法は膜厚を薄くすることであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ITO、FTO、ATO、酸化亜鉛膜等の透明導電膜材料はいずれも屈折率が基板ガラスの屈折率 (ソーダライムガラスでは 1.52) より高く (1.7~2.2)、透明導電膜と基板ガラスとの界面での反射が大きくなり、可視光透過率が低下する。

【0004】高透過率の膜を得ようとする場合は膜厚を薄くする必要があるが、人間の目に感度良く感知される

550 nm 波長で 85% の透過率を得ようすると膜厚は 300 Å 以下の膜厚にする必要があり、89% の透過率の場合には膜厚を 200 Å 以下の膜厚にする必要がある。更に 91% の透過率の場合には膜厚を 100 Å 程度まで薄くせねばならず、この場合は膜厚を均一にコントロールするのは難しく、面内の抵抗値の均一性は悪くなる傾向にある。また、膜厚を 100 Å 程度まで薄くすると抵抗値の安定性が悪くなり、温度変化や湿度変化の影響を受けやすく面内の抵抗値の均一性のみならず抵抗値が変動するため導電膜の膜厚コントロールによる高透過率化は望ましくない方法である。

【0005】ペン入力タッチパネル用導電膜の抵抗値は液晶ディスプレイ用のものと違って高抵抗値が要求され、また高透過率かつ高安定性が要求されることからその膜厚は 100 Å~300 Å になる。導電膜の膜厚を更に厚くしてゆくと、膜面での反射光と基板界面での反射光との干渉によって 550 nm での透過率が 90% 程度に増加するが、この場合の膜厚は約 1500 Å~2000 Å となり、厚すぎるために抵抗値を所定の値に合わせることが困難になる。従ってタッチパネル用導電膜の膜厚は 100 Å~300 Å が実用的な範囲であるといえる。この場合の 550 nm の透過率は 90%~85% となる。

【0006】導電膜の膜厚を変えないで透過率を増加する方法として多層膜化が知られており、それは導電膜とガラス基板の間に高屈折率の膜と低屈折率の膜を新たに設けることで達成される。この方法は基板界面と多層膜間での光の干渉作用を応用したもので最外層の屈折率と膜厚に応じて中間膜の屈折率と膜厚をコントロールすることで反射率を小さくすることが可能で、その結果高透過率化が達成出来る。例えば、裳華房 応用物理学選書 3「薄膜」(金原、藤原著) P. 197~200 には薄膜の反射と透過についての理論が述べられ、屈折率 1.5 の基板の薄膜は屈折率 = 2.0 の場合エネルギー反射率は 4~20% の値をとり膜厚が決まれば、ある波長での反射率は決められる。また、P. 225~229 には多層膜を反射防止の観点から実例をあげて示しており、この方法を応用することで透過率を増加させることが可能となる。しかし実際にこの理論を応用する場合は、最外層の屈折率と膜厚に応じて、中間膜について光学設計を行う必要がある。即ち中間膜のうち、高屈折率

膜の屈折率と膜厚をどのようにするか、低屈折率膜の屈折率と膜厚をどのようにするかを決定するためは因子の変数が多いために非常に多数の組合せが考えられ、その中から最適な組合せを見出すのは困難なことであった。また、屈折率を決めても実際に成膜した膜がそのような値になるかどうかは材料の選択や組成、成膜条件とも関連するため、光学設計した通りの透過率にするのは至難の技であった。

【0007】多層膜化による反射率特性の改善方法の1つとして、特開平4-154647が示されている。この方法は、透明導電膜と基板の間に屈折率 $n=1.8\sim 2.5$ の高屈折率膜を、 $nd=0.015\sim 0.045\mu\text{m}$ と $n=1.35\sim 1.55$ の低屈折率膜を $nd=0.045\sim 0.075\mu\text{m}$ 形成し、その上に $0.15\mu\text{m}$ 以上の透明導電膜を形成する方法、及び、透明導電膜上に $n=1.35\sim 1.55$ の低屈折率膜を $nd=0.08\sim 0.15\mu\text{m}$ の膜厚で形成する方法である。その実施例によれば、 8000\AA のITO膜を直接ガラス基板に成膜すると、その分光反射特性は波長によって極大値(約20%)と極小値(約10%)を持つ波形を示すが、透明導電膜の上下に2層からなるアンダーコート膜と低屈折率のオーバーコート膜を形成することにより、極大極小の差を小さくし、かつ反射率を8~10%程度に出来るとしている。このことより色ムラを抑える効果を述べている。

【0008】また、従来の技術として、液晶ディスプレイ用透明導電膜をソーダライムガラス基板に形成する場合、特にITO膜やATO膜、FTO膜を形成する場合には基板と導電膜の間にソーダライムガラス基板からのナトリウムイオンの拡散を抑制する目的で主に二酸化珪素(SiO_2)膜を設けることが行われており、この方法によって液晶ディスプレイの寿命が伸びることが知られている。タッチパネル用基板にも主に安価なソーダライムガラスが用いられ、導電膜をパターニングして使用する場合には導電膜をエッチングした部分からのNaイオンの拡散を防止する必要がある。

【0009】本発明は、前述の実情からみてなされたもので、タッチパネル用の導電膜付きガラスとして、 550nm において89%以上の高透過率の透明導電膜を成膜する方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決する手段】本発明者らは、 550nm において89%以上の高透過率の透明導電膜を成膜する方法について鋭意検討した結果、透明ガラス基板上に屈折率 $1.6\sim 2.5$ の透明膜を $0.05\sim 0.2\mu\text{m}$ 形成し、その上に屈折率 $1.35\sim 1.5$ の透明膜を $0.02\sim 0.045\mu\text{m}$ 形成する。更にその上に屈折率 $1.7\sim 2.2$ の透明導電膜を $0.01\sim 0.03\mu\text{m}$ 形成した3層構造の膜とすることにより、高透過率の導電膜付きガラスが得られることを見出し、本発明を完成する

に至った。以下、本発明を詳細に説明する。

【0011】前述したように、シート抵抗が $200\sim 3000\Omega/\square$ の安定性の良い導電膜で実用的な膜厚は $100\sim 300\text{\AA}$ であり、この膜厚での透過率は85~90%(550nm)となる。本発明は透明導電膜とガラス基板の間に高屈折率膜と低屈折率膜2層を設けることにより光の干渉作用を利用して基板ガラス界面での反射を減少させ、透過率を増加する方法である。

【0012】本発明の基板上に形成される第1層膜である $n=1.6\sim 2.5$ の透明膜としては、 TiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 Y_2O_3 、 Sb_2O_3 、 TeO_2 や TiO_2 と SiO_2 、 ZrO_2 と SiO_2 の複合酸化物等が使用可能である。

【0013】第2層膜である $n=1.35\sim 1.5$ の透明膜としては、 SiO_2 、 MgF_2 、 SiO_2 と TiO_2 の複合酸化物、 SiO_2 と ZrO_2 の複合酸化物等の膜が使用可能である。

【0014】また、最上層の透明導電膜としては、ITO、FTO、ATO、AlドープZnO、InドープZnO等が用いられるが、本発明の範囲はこれに限定されるものではない。

【0015】ここで、本発明と多層膜化による反射率特性の改善方法の1つとして示された特開平4-154647との相違点について述べる。第1の相違点として透明導電膜の膜厚がある。本発明ではタッチパネル用途を主目的としているので、透明導電膜の膜厚は $100\text{\AA}\sim 300\text{\AA}$ と特開平4-154647の記載に比べ薄い領域である。特開平4-154647の実施例記載の透明導電膜の膜厚は 8000\AA であり、これだけ厚い膜では通常の膜ではシート抵抗は $100\Omega/\square$ 以下を示し、タッチパネル用途には使用出来ないし、また厚くなることによって透過率の値が低下する。このため、 550nm で90%以上の透過率を示しても波長に依存した極大極小を示すようになるために色付いて見えるようになり問題となる(特開平4-154647記載、第10図の101参照)。特開平4-154647請求項1記載の下地膜のみでは極大極小を減少するのは難しく、特開平4-154647に記載の第8図の81に示されるように反射率が8%~20%となり、可視光領域での平均反射率は15%程度を示しており、確かに極大極小の幅は抑えられるが平均反射率は変わっていない。それに比較して、本発明の場合、導電膜が $100\text{\AA}\sim 300\text{\AA}$ の膜厚であり、下地膜の形成により $400\text{nm}\sim 750\text{nm}$ の可視光領域での透過率は80%以上を示し、 550nm での透過率は89%以上に増加する。

【0016】第2の相違点として、特開平4-154647の主目的は、 $nd=1500\text{\AA}$ 以上の厚い透明導電膜の色ムラ防止であり、その解決方法としては導電膜の下地膜をコントロールすることによって行うというよりは、導電膜上に低屈折率膜を形成することに主眼が置か

れている。一方、本発明は、もともと85%~90%と高い透過率を示す導電膜を、下地膜を形成することによって更に高透過率化を意図したものであり、その目的が異なる。

【0017】以上のように、本発明は、特開平4-154647号記載の発明と目的、構成及び効果の面で相違する。

【0018】すなわち、本発明者らは特開平4-154647記載の形成方法では透過率増加は見込めず、300Å以下の導電膜に対する最適下地膜の屈折率と膜厚の組合せにより、高い透過率を示す導電膜が得られることを見いだしたものである。

【0019】さらにまた、タッチパネル用透明導電膜において、パターニングする場合は基板からのNaイオンの拡散を防止することが望ましく、その場合は導電膜下地の低屈折率膜としてSiO₂を用い、膜厚を200Å以上とすることでNaイオンの表面への拡散を抑制することが可能であることも見出した。

【0020】これらそれぞれ異なった屈折率を持つ膜を成膜する方法としては、一般に知られている方法を採用できる。即ち、スパッター法、電子ビーム蒸着法、イオンプレーティング法、化学気相成膜法(CVD法)、パイロゾル法、スプレー法、ディップ法等で所定の材料を所定の厚さで積層成膜することで本発明の目的が達成される。

【0021】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に具体的に説明する。ただし、本発明はこれらに何ら限定されるものではない。

【0022】(実施例1) 厚さ1mmで10cm角のソーダライムガラス($n=1.52$)を超音波霧化による常圧CVD法(パイロゾル成膜法)成膜装置にセットし450℃に加熱した。Ti(C₄H₉O)₄のC₄H₉OH溶液(濃度は0.25mol/l)を超音波により2.2ml/min霧化させ基板に導入し、8分間成膜した。得られた膜は $n=2.10$ 、膜厚1000ÅのTiO₂膜(アナターゼ結晶膜)であった。引き続き、Si(C₂H₅O)₄のC₂H₅OH溶液(濃度は0.5mol/l)を超音波により1.5ml/min霧化させ基板に導入し、2分間成膜した。得られた膜は $n=1.45$ 、膜厚300ÅのSiO₂膜であった。次いでInCl₃のCH₃OH溶液(濃度は0.25mol/l)にSnCl₄をInに対して10原子%添加した溶液を超音波により2.5ml/min霧化させ基板に導入し、2分間成膜した。その後成膜装置より取り出し、空气中で冷却した。得られた膜は $n=1.95$ 、膜厚230ÅのITO結晶膜であった。この膜のシート抵抗を9点測定したところ、平均550Ω/□、比抵抗 1.3×10^{-3} Ωcmであった。シート抵抗の均一性は ± 45 Ω/□以内であった。透過率は550nmで95.1%

を示した。この試料の分光特性(透過率)を、図1-1に示した。

【0023】(実施例2) 実施例1において、Ti(C₄H₉O)₄のC₄H₉OH溶液での成膜時間を6分間に変えた以外は実施例1と同様の条件で成膜を行った。得られたTiO₂は $n=2.12$ 、膜厚は790Åであった。3層成膜後のシート抵抗、比抵抗、均一性は実施例1の膜と全く同じ値を示した。この膜の透過率は550nmで93.5%であった。この試料の分光特性(透過率)を、図1-2に示した。

【0024】(実施例3) 実施例1において、Ti(C₄H₉O)₄のC₄H₉OH溶液の代わりにZr(C₄H₉O)₄のC₄H₉OH溶液(濃度は0.15mol/l)を用い、超音波により2.5ml/min霧化させ基板に導入し、18分間成膜した。得られた膜は、 $n=1.95$ 、膜厚1160ÅのZrO₂膜であった。それ以外は実施例1と同様の条件で成膜を行った。得られた膜のシート抵抗、比抵抗、均一性は実施例1の膜と全く同じ値を示した。この膜は透過率が550nmで93.9%の良好な膜であった。この試料の分光特性(透過率)を、図1-3に示した。

【0025】(比較例1) 実施例1に示したパイロゾル成膜装置を用いて、実施例1と同じ条件でITO成膜のみを行った。得られた膜のシート抵抗、比抵抗、均一性は実施例1の膜と全く同じ値を示した。この膜の透過率は550nmで85.4%であった。この試料の分光特性(透過率)を、図2-1に示した。

【0026】(比較例2) 実施例1において、Ti(C₄H₉O)₄のC₄H₉OH溶液での成膜時間を3分間に変えた以外は実施例1と同様の条件で成膜を行った。得られたTiO₂は $n=2.07$ 、膜厚は390Åであった。3層成膜後のシート抵抗、比抵抗、均一性は実施例1の膜と全く同じ値を示した。この膜の透過率は550nmで82.8%であった。この試料の分光特性(透過率)を、図2-2に示した。

【0027】(比較例3) 実施例1において、ITOの成膜時間を10分間に変えた以外は実施例1と同様の条件で成膜を行った。得られた膜は $n=1.95$ 、膜厚980ÅのITO結晶膜であった。この膜のシート抵抗は9点測定したところ、平均58Ω/□、比抵抗 5.7×10^{-4} Ωcmであった。シート抵抗の均一性は ± 5 Ω/□以内であった。透過率は550nmで76.5%であった。この試料の分光特性(透過率)を、図2-3に示した。

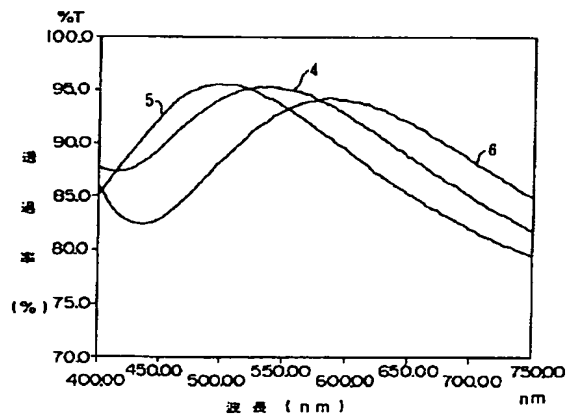
【0028】以上の結果より、ガラス基板に直接ITO成膜したもの(比較例1)の試料の550nmでの透過率は85.4%であるが、2層の下地膜を設けることによって(実施例1~3)90%以上の透過率が得られ、また平均透過率も5~10%増加し、高透過率化の効果が大きいことが判る。

【0029】また、特開平 4-154647 に示された下地膜上に 200 Å の ITO を成膜した試料（比較例 2）の 550 nm における透過率は 82.8 % であり、実施例 1 に比べ 450 nm ~ 750 nm の領域で 2 % ~ 10 % 低い値を示した。また、実施例 1 の下地膜上に 950 Å の厚い ITO 膜を成膜すると（比較例 3）、76.5 % と低い値を示し、透明導電膜の膜厚によって下地膜を選択する必要があることが判る。即ち、100 Å ~ 300 Å の透明導電膜に本発明を適用することによって 550 nm の透過率を顕著に増加することが可能である。

【0030】

【発明の効果】本発明によれば、85 % ~ 90 % のある程度高い透過率を持つ透明導電膜の 550 nm での透過率を可視光領域での透過率を大きく低下することなく 8

【図 1】



9 % 以上に増加する効果がある。特にタッチパネル用の透明導電膜付きガラスに要求される高透過率を達成することが可能である。また、下地膜として一般的な材料を選択でき、成膜方法も通常行われている方法を採用出来ることから、実用的にも優れた方法である。

【図面の簡単な説明】

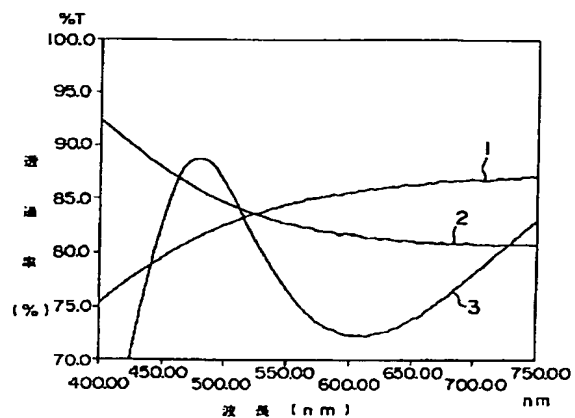
【図 1】本発明による実施例 1 ~ 3 で得られたサンプルの分光特性（透過率）を示したものである。

【図 2】比較例 1 ~ 3 で得られたサンプルの分光特性（透過率）を示したものである。

【符号の説明】

図中、1 は実施例 1、2 は実施例 2、3 は実施例 3、4 は比較例 1、5 は比較例 2、及び 6 は比較例 3 の場合をそれぞれ示す。

【図 2】



*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to the transparence electric conduction film of high permeability which was excellent in homogeneity with the high resistance used especially as a transparent electrode of a touch panel about the transparence electric conduction film and its membrane formation approach.

[Description of the Prior Art]

[0002] The tin-oxide film (FTO is called) which doped the indium oxide film (ITO is called) which doped tin, and a fluorine, the tin-oxide film (ATO is called) which doped antimony, the zinc oxide film which doped aluminum, and the zinc oxide film which doped the indium are widely used for a liquid crystal display, the electroluminescence display, the field heating element, the electrode of a touch panel, the electrode of a solar battery, etc. using the outstanding transparency and conductivity. Thus, if used in a large field, the thing of versatility [transparency / resistance and] will be required by the purpose of use. That is, although the transparence electric conduction film for flat-panel displays requires low resistance and the thing of high transmission, the transparence electric conduction film for touch panels requires high resistance and the film of high transmission conversely. To be the film of high permeability is demanded from the electric conduction film for pen input touch panels with which it is developed especially recently and the elongation of a commercial scene is expected being film sheet resistance excelled [film] in the homogeneity of resistance by high resistance since the recognition precision of a location had to be high, and placing it on a liquid crystal display. Usually, the method of attaining high permeability was making thickness thin.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A refractive index is higher than the refractive index (soda lime glass 1.52) of substrate glass (1.7-2.2), reflection by the interface of the transparence electric conduction film and substrate glass becomes large, and, as for each transparence electric conduction film ingredient, such as ITO, FTO, ATO, and zinc-oxide film, light permeability falls.

[0004] When it is going to obtain the film of high permeability, it is necessary to make thickness thin but, and if it is going to obtain 85% of permeability on 550nm wavelength sensed with sensibility sufficient to human being's eyes, it is necessary to make thickness into thickness 300A or less, and, in the case of 89% of permeability, it needs to make thickness thickness 200A or less. Having to make thickness thin to about 100A in the case of 91 more% of permeability, it is difficult to control thickness to homogeneity in this case, and the homogeneity of the resistance within a field tends to worsen. Moreover, since not only the homogeneity of the resistance within a field but resistance will be changed that the stability of resistance worsens and it is easy to be influenced of a temperature change or humidity if thickness is made thin to about 100A, high permeability-ization by thickness control of the electric conduction film is an approach which is not desirable.

[0005] Since high resistance is required unlike the thing for liquid crystal displays in the resistance of the electric conduction film for pen input touch panels and high permeability and

the Takayasu quality are required, the thickness becomes 100A – 300A. If thickness of the electric conduction film is made still thicker, the permeability in 550nm will increase to about 90% by interference with the reflected light in a film surface, and the reflected light in a substrate interface, but the thickness in this case becomes about 1500A – 2000A, and since it is too thick, it becomes difficult to double resistance with a predetermined value. Therefore, it can be said that the thickness of the electric conduction film for touch panels is range where 100A – 300A is practical. The permeability of 550nm in this case becomes 90% – 85%.

[0006] Multilayers-ization is known as an approach of increasing permeability without changing the thickness of the electric conduction film, and it is attained by newly preparing the film of a high refractive index, and the film of a low refractive index between the electric conduction film and a glass substrate. This approach is a thing adapting the interferential action of the light between a substrate interface and multilayers, can make a reflection factor small by controlling the refractive index and thickness of an interlayer according to the refractive index and thickness of the outermost layer, and, as a result, can attain quantity permeability-ization. For example, Shokabo Publishing Reflection of a thin film and the theory about transparency are expressed to applied physics selected-books 3 "thin film" (Kinbara, Akira Fujiwara) P.197-200, and if, as for a reflection coefficient of sound energy intensity, 4 – 20% of value is taken in the case of refractive-index =2.0 and thickness is decided by the thin film on the substrate of a refractive index 1.5, the reflection factor in a certain wavelength will be decided. Moreover, from a viewpoint of acid resisting, multilayers are raised, the example is shown in P.225-229 in them, and it becomes possible to make permeability increase by applying this approach. However, to actually apply this theory, according to the refractive index and thickness of the outermost layer, it is necessary to perform an optical design about an interlayer. That is, it was difficult to be able to consider many combination very much, since there are many variables of a factor in order to determine whether what we do with the refractive index and thickness of the high refractive-index film among interlayers or what we do with the refractive index and thickness of the low refractive-index film, and to find out the optimal combination out of it. Moreover, since it was connected also with selection of an ingredient, a presentation, and membrane formation conditions whether the film which actually formed membranes becomes such a value even if it decides a refractive index, it was the most difficult work which is made permeability as the optical design was carried out.

[0007] JP,4-154647,A is shown as one of the improvement approaches of the reflection factor property by multilayers-izing. This approach is the approach of forming $nd=0.015-0.045$ micrometer, and $nd=0.045-0.075$ micrometers of low refractive-index film of $n=1.35-1.55$ for the high refractive-index film of refractive-index $n=1.8-2.5$ between the transparence electric conduction film and a substrate, and forming the transparence electric conduction film 0.15 micrometers or more on it, and the approach of forming the low refractive-index film of $n=1.35-1.55$ by $nd=0.08-0.15$ micrometer thickness on the transparence electric conduction film. According to the example, that much, if the 8000A ITO film is formed to a direct glass substrate, although a light reflex property shows the wave which has the maximal value (about 20%) and the minimal value (about 10%) with wavelength, by forming the under coat film of the transparence electric conduction film which consists of two-layer up and down, and the overcoat film of a low refractive index, it makes the difference of the maximum minimum small, and supposes that a reflection factor will be made to about 8 – 10%. The effectiveness of stopping color nonuniformity from this is described.

[0008] Moreover, as a Prior art, when forming the transparence electric conduction film for liquid crystal displays in a soda lime glass substrate, and forming the ITO film, the ATO film, and the FTO film especially, mainly preparing the silicon dioxide (SiO_2) film between a substrate and the electric conduction film, in order to control diffusion of the sodium ion from a soda lime glass substrate is performed, and it is known that the life of a liquid crystal display will be extended by this approach. Mainly cheap soda lime glass is used also for the substrate for touch panels, and to use it, carrying out patterning of the electric conduction film, it is necessary to prevent diffusion of Na ion from the part which etched the electric conduction film.

[0009] This invention was made in view of the above-mentioned actual condition, and aims at

offering the approach of forming 89% or more of transperence electric conduction film of high permeability in 550nm as glass with the electric conduction film for touch panels.

[0010]

[Means for Solving the Problem] As a result of examining wholeheartedly how to form 89% or more of transperence electric conduction film of high permeability in 550nm, this invention persons form 0.05–0.2 micrometers of transparent membranes of refractive indexes 1.6–2.5 on a transperence glass substrate, and form 0.02–0.045 micrometers of transparent membranes of refractive indexes 1.35–1.5 on it. Furthermore, by considering as the film of the three-tiered structure in which 0.01–0.03 micrometers of transperence electric conduction film of refractive indexes 1.7–2.2 were formed on it, it came to complete a header and this invention for the glass with the electric conduction film of high permeability being obtained. Hereafter, this invention is explained to a detail.

[0011] As mentioned above, practical thickness is 100–300Å by the electric conduction film with sheet resistance sufficient [the stability of 200–3000ohms / **], and the permeability in this thickness becomes 85 – 90% (550nm). This invention is the approach of decreasing reflection by the substrate glass interface using the interferential action of light, and increasing permeability by preparing the high refractive-index film and low refractive-index film two-layer between the transperence electric conduction film and a glass substrate.

[0012] As a transparent membrane of $n=1.6-2.5$ which are the 1st layer membrane formed on the substrate of this invention, they are TiO_2 , ZrO_2 , Ta_2O_5 , Y_2O_3 , Sb_2O_3 , and TeO_2 . TiO_2 SiO_2 and ZrO_2 SiO_2 A multiple oxide etc. is usable.

[0013] As a transparent membrane of $n=1.35-1.5$ which are the 2nd layer membrane, it is SiO_2 , and MgF_2 and SiO_2 . TiO_2 A multiple oxide and SiO_2 ZrO_2 Film, such as a multiple oxide, is usable.

[0014] Moreover, as transperence electric conduction film of the maximum upper layer, although ITO, FTO, ATO, the aluminum dope ZnO, the In dope ZnO, etc. are used, the range of this invention is not limited to this.

[0015] Difference with JP,4-154647,A shown here as one of the improvement approaches of the reflection factor property by this invention and multilayers-izing is described. There is thickness of the transperence electric conduction film as the 1st difference. Since the touch panel application is made into the key objective in this invention, the thickness of the transperence electric conduction film is a thin field compared with the publication of 100Å – 300Å and JP,4-154647,A. The thickness of the transperence electric conduction film of JP,4-154647,A given in an example is 8000Å, and the value of permeability falls in the usual film by the film only with this thick by sheet resistance's showing below 100ohms / **, and being unable to use it for a touch panel application, and becoming thick. For this reason, it colors in order to show the maximum minimum depending on wavelength, even if 550nm shows 90% or more of permeability, and it comes to be visible, and becomes a problem (a JP,4-154647,A publication, 101 reference of Fig. 10). Only by the substrate film of JP,4-154647,A claim 1 publication, it is difficult to decrease the maximum minimum, as shown in JP,4-154647,A 81 [of a publication] of Fig. 8, a reflection factor becomes 8% – 20%, as for the average reflectance in a light field, about 15% is shown, and although surely the width of face of the maximum minimum is stopped, average reflectance has not changed. As compared with it, in the case of this invention, the electric conduction film is 100Å – 300Å thickness, as for the permeability in a 400nm – 750nm light field, 80% or more is shown, and the permeability in 550nm increases to 89% or more by formation of the substrate film.

[0016] As the 2nd difference, the key objective of JP,4-154647,A is color nonuniformity prevention of the thick transperence electric conduction film beyond $n_d=1500\text{Å}$, and the chief aim is put on forming the low refractive-index film on the electric conduction film rather than carrying out by controlling the substrate film of the electric conduction film as the solution approach. On the other hand, when this invention forms the substrate film for the electric conduction film to which high permeability is indicated to be 85% – 90% from the first, high permeability-ization is meant further and the purposes differ.

[0017] As mentioned above, this invention is different in respect of invention and the purpose

given in JP,4-154647,A, a configuration, and effectiveness.

[0018] That is, this invention persons cannot expect the increment in permeability by the formation approach given in JP,4-154647,A, but it finds out that the electric conduction film in which high permeability is shown is obtained with the refractive index of the optimal substrate film and the combination of thickness over the electric conduction film 300A or less.

[0019] In the transparence electric conduction film for touch panels, when carrying out patterning, it is desirable to prevent diffusion of Na ion from a substrate further again, and it is SiO₂ as low refractive-index film of an electric conduction film substrate in that case. It used and it found that it is also possible to control the diffusion to the front face of Na ion by making thickness into 200A or more.

[0020] each of these — as an approach of forming the film with a ***** refractive index, the approach generally learned is employable. That is, the purpose of this invention is attained by carrying out laminating membrane formation of the ingredient predetermined with a sputtering technique, electron beam vacuum deposition, the ion plating method, the chemistry gaseous-phase forming-membranes method (CVD method), the metal fog method, a spray method, a dip method, etc. by predetermined thickness.

[0021]

[Example] Hereafter, an example explains this invention still more concretely. However, this invention is not limited to these at all.

[0022] (Example 1) The soda lime glass ($n = 1.52$) of 10cm angle was set in the ordinary pressure CVD method (metal fog forming-membranes method) membrane formation equipment by ultrasonic atomization by 1mm in thickness, and it heated at 450 degrees C. Ti₄ (C₄ H₉ O) 2.2 ml/min atomization of the C₄ H₉ OH solution (concentration is 0.25 mol/l) was carried out with the supersonic wave, it introduced into the substrate, and membranes were formed for 8 minutes. The obtained film is $n = 2.10$ and TiO₂ of 1000A of thickness. It was the film (anatase crystal film). Then, Si₄ (C₂ H₅ O) 1.5 ml/min atomization of the C₂ H₅ OH solution (concentration is 0.5 mol/l) was carried out with the supersonic wave, it introduced into the substrate, and membranes were formed for 2 minutes. The obtained film is $n = 1.45$ and SiO₂ of 300A of thickness. It was the film. Subsequently, InCl₃ It is SnCl₄ to a CH₃ OH solution (concentration is 0.25 mol/l). 2.5 ml/min atomization of the solution of which 10 atom % addition was done to In was carried out with the supersonic wave, it introduced into the substrate, and membranes were formed for 2 minutes. It took out from the epigenesis film equipment, and cooled in air. The obtained film was $n = 1.95$ and ITO crystal film of 230A of thickness. When nine sheet resistance of this film was measured, it was an average of 550ohm/**, and specific resistance 1.3×10^{-3} ohmcm. The homogeneity of sheet resistance was less than **45ohms / **. Permeability showed 95.1% by 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 11.

[0023] (Example 2) It sets in the example 1 and is Ti (C₄ H₉ O)₄. Membranes were formed on the same conditions as an example 1 except having changed the membrane formation time amount in a C₄ H₉ OH solution in 6 minutes. Obtained TiO₂ was $n = 2.12$ and thickness was 790A. The sheet resistance after three-layer membrane formation, specific resistance, and homogeneity showed the completely same value as the film of an example 1. The permeability of this film was 93.5% in 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 12.

[0024] (Example 3) It sets in the example 1 and is Ti (C₄ H₉ O)₄. It is Zr (C₄ H₉ O)₄ instead of a C₄ H₉ OH solution. Using the C₄ H₉ OH solution (concentration is 0.15 mol/l), 2.5 ml/min atomization was carried out with the supersonic wave, it introduced into the substrate, and membranes were formed for 18 minutes. The obtained film is $n = 1.95$ and ZrO₂ of 1160A of thickness. It was the film. Membranes were formed on the same conditions as an example 1 except it. The sheet resistance of the obtained film, specific resistance, and homogeneity showed the completely same value as the film of an example 1. The permeability of this film was 93.9% of good film in 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 13.

[0025] (Example 1 of a comparison) Only ITO membrane formation was performed on the same

conditions as an example 1 using the metal fog membrane formation equipment shown in the example 1. The sheet resistance of the obtained film, specific resistance, and homogeneity showed the completely same value as the film of an example 1. The permeability of this film was 85.4% in 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 21.

[0026] (Example 2 of a comparison) It sets in the example 1 and is $\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4$. Membranes were formed on the same conditions as an example 1 except having changed the membrane formation time amount in a $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ solution in 3 minutes. Obtained TiO_2 was $n=2.07$ and thickness was 390Å. The sheet resistance after three-layer membrane formation, specific resistance, and homogeneity showed the completely same value as the film of an example 1. The permeability of this film was 82.8% in 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 22.

[0027] (Example 3 of a comparison) In the example 1, membranes were formed on the same conditions as an example 1 except having changed the membrane formation time amount of ITO in 10 minutes. The obtained film was $n=1.95$ and ITO crystal film of 980Å of thickness. When nine sheet resistance of this film was measured, it was an average of 58ohm/**, and specific resistance 5.7×10^{-4} ohmcm. The homogeneity of sheet resistance was less than $5\text{ohms}/**$. Permeability was 76.5% in 550nm. The spectral characteristic (permeability) of this sample was shown in drawing 23.

[0028] Although it is 85.4%, 90 (examples 1-3)% or more of permeability is obtained, and an average transmission coefficient also increases 5 to 10%, and, as for the 550nm permeability of the sample of what carried out direct ITO membrane formation from the above result at the glass substrate (example 1 of a comparison), by preparing the two-layer substrate film shows that the effectiveness of a raise in permeability is large.

[0029] Moreover, the permeability in 550nm of the sample (example 2 of a comparison) which formed 200Å ITO on the substrate film shown in JP,4-154647,A is 82.8%, and showed the value low 2% to 10% in the 450nm - 750nm field compared with the example 1. Moreover, when the 950Å thick ITO film is formed on the substrate film of an example 1 (example 3 of a comparison), 76.5% and a low value are shown and it turns out that it is necessary to choose the substrate film by the thickness of the transparence electric conduction film. That is, it is possible by applying this invention to the 100Å - 300Å transparence electric conduction film to increase the permeability of 550nm notably.

[0030]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is effective in increasing the 550nm permeability of the transparence electric conduction film with 85% - 90% of to some extent high permeability to 89% or more, without falling the permeability in a light field greatly. It is possible to attain the high permeability especially required of the glass with the transparence electric conduction film for touch panels. Moreover, it is the approach which was excellent also practical from the approach by which the common ingredient as substrate film can be chosen, and the membrane formation approach is also usually performed being employable.

[Translation done.]